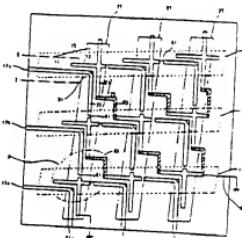


## (54) OPTICAL MATRIX SWITCH

(11) 2-179621 (A) (43) 12.7.1990 (19) JP  
(21) Appl. No. 63-335451 (22) 29.12.1988  
(71) OKI ELECTRIC IND CO LTD (72) TAKASHI USHIKUBO(2)  
(51) Int. Cl. G02F1/313, G02B6/12

**PURPOSE:** To improve the controllability by providing a cut part, where a part of a waveguide is removed until the surface of an optical guide layer is exposed, between each first directional coupler of an input waveguide and each second directional coupler of an output waveguide.

**CONSTITUTION:** Three input waveguides 17 constituted by connecting first directional couplers 15 having first waveguides 11 and second waveguides 13 in three stages and three output waveguides 27 constituted by connecting second directional couplers 25 having third waveguides 21 and fourth waveguides 23 in three stages are provided, and first waveguides 11 and fourth waveguides 23 are connected with total reflection corners 31 between them and second waveguides 13 and third waveguides 21 intersect to arrange input and output waveguides 17 and 27 in a matrix. Cut parts 61 are provided where parts of waveguides that directional couplers 15 and 25 are electrically separated but optical waveguide is secured. Consequently, directional couplers are electrically separated by cut parts but optical waveguide is secured, and the light loss does not matter.



## ⑫ 公開特許公報 (A)

平2-179621

⑬ Int. CL<sup>3</sup>  
G 02 F 1/313  
G 02 B 6/12

識別記号

府内整理番号

7348-2H  
7036-2H

⑭ 公開 平成2年(1990)7月12日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑮ 発明の名称 光マトリクススイッチ

⑯ 特開 昭63-335451

⑰ 出願 昭63(1988)12月29日

⑮ 発明者	牛 座 幸	東京都港区虎ノ門1丁目7番12号	沖電気工業株式会社内
⑯ 発明者	浅 林 一 成	東京都港区虎ノ門1丁目7番12号	沖電気工業株式会社内
⑰ 発明者	岡 山 秀 彰	東京都港区虎ノ門1丁目7番12号	沖電気工業株式会社内
⑱ 出願人	沖電気工業株式会社	東京都港区虎ノ門1丁目7番12号	沖電気工業株式会社内
⑲ 代理人	弁理士 大 壇 孝		

## 明細書

1. 発明の名称 光マトリクススイッチ

2. 特許請求の範囲

(1) 第一導波路と第二導波路とを有する第一の方向性結合器をn段接続して構成した入力導波路をm本、及び、第三導波路と第四導波路とを有する第二の方向性結合器をn段接続して構成した出力導波路をm本具えると共に、前記第一導波路及び前記第四導波路を全反対コーナを介し接続しかつ前記第二導波路及び前記第三導波路を交差させて前記出入力導波路をマトリクス化した光マトリクススイッチであって、前記各第一導波路乃至第四導波路を、基板上に順次に設けた下側クラッド層及び光ガイド層と、該光ガイド層の当該第一乃至第四導波路となる領域上に設けた上側クラッド層とを有するストリップ装荷型導波路で構成してある、化合物半導体から成る光マトリクススイッチにおいて、

m本の入力導波路各々の各第一方向性結合器間と、n本の出力導波路各々の各第二方向性結合器

間に、各方向性結合器を電気的に分離しかつ光導波は確保出来る程度に当該導波路の一部を前記光ガイド層の表面が露出するまで除去した、切替部をそれぞれ設けたこと

を特徴とする光マトリクススイッチ。

(2) 請求項1に記載の光マトリクススイッチにおいて、前記電気的に分離された各第一方向性結合器及び各第二方向性結合器各々が有する2つの導波路にそれぞれ設けられた電極のうちの共通電極とされる電極間を接続する電極間接続部を具えたことを特徴とする光マトリクススイッチ。

3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

この発明は、光交換器における光マトリクススイッチに関するものである。

## (従来の技術)

光マトリクススイッチは、光交換機の重要な基本構成要素であり、このため、これに関する研究が從来から精力的になされている。

第3回は、この出願に係る出願人により特開昭

62-255261 号に捷高されている光マトリクススイッチの、  
イックスイッチの示した平面図である。

この光マトリクススイッチは、第一導波路11と  
第二導波路13とを有する第一の方向性結合器5を  
m段 (この例では3段) 接続して構成した入力導  
波路17をn本 (この例では3本) 、及び、第三導  
波路21と第四導波路23とを有する第二の方向性結  
合器25をm段 (この例では3段) 接続して構成し  
た出力導波路27をn本 (この例では3本) 具える  
と共に、前記第一導波路11及び前記第四導波路23  
を全反射コーン31を介し接続しかつ前記第二導波  
路13及び前記第三導波路21を交叉させて前記各入  
出力導波路17, 27をマトリクス化したものであっ  
た。この光マトリクススイッチによれば、入力  
ポート11a, 11b, 11c と、出力ポート27a, 27b, 27c  
との間に構成される光の多数の伝搬経路のいずれ  
を用いる場合も光信号は全反射コーンを一回通過  
するのみで良い構造となっているため、各構成部  
分を公知のもので構成しても、光信号を伝播させ  
る際の損失を從来のものよりも低減することが出来

に対する構成上には、 $\rho$ 型電極51が、 $n$ 型GaAs基  
板41の下側面には $n$ 側電極53が設けられている。  
この構成においては、光は、上側クラッド層47、  
キャップ層49及び $n$ 側電極53で構成される2つの  
積層体55a, 55b (以下、第一のリップ55a、第二の  
リップ55bと称する。) の下側の光ガイド層部分内  
に閉じ込められる。

また、この光マトリクススイッチの全反射コー  
ナー31は、例えば第5図に示すように、第一導波  
路11及び第四導波路23が接続された部分の $\rho$ 型  
キャップ層51、 $n$ 型GaAsクラッド層49、 $n$ 型Ga  
As光ガイド層45及び $n$ 型GaAs下側クラッド層43  
のそれぞれの一部を、基板41の主面に対し垂直に  
除去した構造のもので構成出来る。

そして第4図及び第5図を用いて説明したよう  
な光マトリクススイッチを動作させる場合は、各  
々の方向性結合器の第一のリップ55aの $\rho$ 側電極51  
と、基板41裏面に設けた $n$ 側電極53との間、及  
び、各々の方向性結合器の第二のリップ55bの $\rho$ 側  
電極51と、第一のリップ55aの $\rho$ 側電極51との間

で、第3図に示したような光マトリクススイッチの各導波路を、化合物半導体材料例えば  
GaAs/AlGaAs系材料を用いたストリップ装荷型の  
導波路で構成しようとした場合、その構造は例え  
ば以下に説明するようなものになる。第4図及び  
第5図はその説明に供する図であり、第4図は第  
3図におけるI-I'線相当位置での断面図、第5  
図は全反射コーン31付近を拡大して示した斜視図  
である。但し、第4図においては図面が複雑化す  
ることを回避するため断面を示すハッキングは省  
略してある。

第4図において、41は第一導電型 (この例では  
 $n$ 型) のGaAs基板である。この $n$ 型GaAs基板41上  
には $n$ 型GaAs下側クラッド層43及び $n$ 型GaAs光  
ガイド層45がこの場で設けられており、さらに、  
この光ガイド層45の第一導波路11及び第二導波路  
13となる構成上には $n$ 型GaAs上側クラッド層47  
及び $n$ 型GaAsキャップ層49がこの場で設けられてい  
る。また、 $n$ 型GaAsキャップ層49の方向性結合器

に、それぞれ電圧 $V_{pp}$ を印加することになる。  
(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、第3図を用いて説明した光マ  
トリクススイッチに、第4図及び第5図を用いて説明  
したような化合物半導体材料を用いたストリップ  
装荷型導波路構造を適用した場合、各方向性結合  
器は、リップ55a, 55b のところのキャップ層49及  
び上側クラッド層47によって互いに接続されてしま  
う。従って、この光マトリクススイッチに第4図  
に示したように電圧を印加して動作させると、全  
ての方向性結合器に向一電圧が印加されてしまう  
ことになり、各方向性結合器を個別に制御し動作  
させることができないという問題点があった。

この発明はこのような点に鑑みされたもので  
あり、従ってこの発明の目的は、化合物半導体材  
料から成りストリップ装荷型導波路を用いた光マ  
トリクススイッチであって制御性の優れた光マ  
トリクススイッチを提供することにある。

(課題を解決するための手段)  
この目的達成を図るために、この発明によれ

ば、第一導波路と第二導波路とを有する第一の方向性結合器を  $n$  本接続して構成した入力導波路を  $m$  本、及び、第三導波路と第四導波路とを有する第二の方向性結合器を  $m$  本接続して構成した出力導波路を  $n$  本具えると共に、前述の第一導波路及び前述の第四導波路を全反射コーナを介し接続しかつ前述の第二導波路及び前述の第三導波路を交差させて前述の各入出力導波路をマトリクス化した光マトリクススイッチであって、前述の各第一導波路乃至第四導波路を、基板上に順次に設けた下側クラッド層及び光ガイド層と、該光ガイド層の当該第一乃至第四導波路となる領域上に設けた上側クラッド層とを有するストリップ基板型導波路で構成してある、化合物半導体から成る光マトリクススイッチにおいて、

$m$  本の入力導波路を各第一方向性結合器間と、 $n$  本の出力導波路を各第二方向性結合器間とに、各方向性結合器を電気的に分離しかつ光導波は確保出来る程度に当該導波路の一部を前記光ガイド層の表面が露出するまで除去した、切歎

バー状態かをとるようになるので、各方向性結合器を個別に動作させることが出来るようになる。

また、電極間接続部によって各方向性結合器の共通電位とされる電極が順次接続されてゆくので、個々の方向性結合器にそれぞれ共通電極用配線を設ける必要がなくなる。

#### (実施例)

以下、図面を参照してこの発明の光マトリクススイッチの実施例につき説明する。しかしながら以下の説明に用いる各図は、この発明が理解出来る程度に概略的に示してあるにすぎず、従って、各構成成分の寸法、形状、配置関係及び各種成分配分層の寸法比等も概略的であり、この発明が図示例のみに限定されるものでないことは理解された。また、以下の実施例を、入力導波路数  $m$  を 3 とし出力導波路数  $n$  を 3 とした、 $3 \times 3$  の光マトリクススイッチにこの発明を適用した例で説明する。また、光マトリクススイッチを作製する材料としては從来と同様に  $\text{GaAs}/\text{GaAs}$  系の化合物半導体を用いた。

されそれ設けたことを特徴とする。  
た、この発明の実施に当たり、前述の切歎部によって電気的に分離された各第一方向性結合器及び各第二方向性結合器各々が有する 2 つの導波路にそれぞれ設けられた電極のうちの共通電極とされる電極間に接続する電極間接続部を具えた構成とするのが好適である。

#### (作用)

このような構成によれば、切歎部は上側クラッド層を含むこれより上の層(例えばキャップ層や P 創電極)が無い構造になるので、光マトリクススイッチの各方向性結合器はそれぞれ電気的に分離される。しかし、切歎部での上側クラッド層の不連続部分は光導波は確保される程度にわずかなものであるし、光ガイド層は切歎部においても残っているので、光損失は実質的に問題とならない。従って、第 4 図を参照して説明すれば、各方向性結合器はそれぞれの第 2 のリブ 55b の P 創電極 51 と第一のリブ 55a の P 創電極 51 との間に電圧  $V_{ab}$  を印加するかしないかによってクロス状態

第 1 図及び第 2 図は、実施例の光マトリクススイッチの説明に供する図であり、第 1 図は全体構成を概式的に示した平面図、第 2 図は第 1 図に P で示した部分を拡大して示した斜視図である。なお、各図において從来の構成成分と同様な構成成分については、同一の符号を付して示してある。また、図面が複雑化することを回避するため、図中の同様な構成成分については番号付けを一部省略してある。

この実施例の光マトリクススイッチは、第 1 図の平面図に示すように、第一導波路 11 と第二導波路 13 を有する第一の方向性結合器 15 を 3 段接続して構成した入力導波路 17 を 3 本、及び、第三導波路 21 と第四導波路 23 を有する第二の方向性結合器 25 を 3 段接続して構成した出力導波路 27 を 3 本具えると共に、第一導波路 11 及び第四導波路 23 を全反射コーナ 31 を介し接続しかつ第二導波路 13 及び前記第三導波路 23 を又交差させて各入出力導波路 17, 27 をマトリクス化してある。そして、各第一導波路～各第四導波路を、第 4 図を用いて既に

説明したように、n型GaAs基板41に順次に設けたn型GaAs下側クラッド層43及びp型GaAs光ガイド層45と、この光ガイド層45の当該第一乃至第四導波路となる構成上に順次に設けたp型AlGaAs上側クラッド層47及びp型GaAsキャップ層49とかう成るストリップ装荷型導波路で構成してある。また、各方向性結合器の2つの導波路のp型GaAsキャップ層49上にはp側電極51がそれぞれ設けてあり、n型GaAs基板41の下側面にはn側電極53が設けてある。

さらに、この光マトリクススイッチでは、第1図及び第2図に示すように、3本の入力導波路各々の各第一方向性結合器間と、3本の出力導波路各々の各第二方向性結合器間とに、各方向性結合器を電気的に分離しかつ光導波は確保出来る程度に当該導波路の一部を前記光ガイド層の表面が露出するまで除去した、切詰部61をそれぞれ設けてある。この実施例の各導波路のn型GaAs光ガイド層45上には、p型AlGaAs上側クラッド層47、p型GaAsキャップ層49及びp側電極51が積層してある。

図13のp側電極51yとの間を第1図及び第2図に斜線を付して示すような電極間接続部63によって接続してある。そして、この電極間接続部63は最終的には配線電極65(第1回参照)によってp側電極と接続し共通電極としてある。従って、電極間接続部63と、各方向性結合器の共通電極とされるp側電極とによって各方向性結合器の共通電極とされる電極同志が順次接続されてゆくので、個々の方向性結合器にそれぞれ共通電極用配線を設ける必要がなくなるという効果が得られる。

なお、この発明は上述した実施例のみに限定されるものではなく以下に説明するような種々の変更を加えることが出来る。

例えば実施例の光マトリクススイッチでは、導波路をキャップ層49を有したものとして説明している。しかしキャップ層49を除去して構成したストリップ装荷型の導波路でも実施例と同様な効果を得ることが出来る。この場合の切詰部61は、上側クラッド層47の一部を光ガイド層45の表面が露

するまで除去して形成することになる。

また、上述した実施例は $3 \times 3$ の光マトリクススイッチの例を説明しているが、これは単なる一例にすぎず、入出力導波路の数m、nをそれぞれ異なる数にした場合でも、また、入出力導波路の数を同数のまま他の数に変更した場合でも、この発明を適用出来ること明らかである。

また、上述した実施例では、n型GaAs基板を用いた例で説明しているが、基板をp型のものとし各半導体層を実施例とは対応の導電型としても勿論良い。また、光ガイド層はn型に限られるものではなくp型でもn型でも良い。さらに、光マトリクススイッチの構成材料を、InGaAsP/InP系等の他の材料としても良い。

#### (発明の効果)

上述した説明からも明らかのように、この発明の光マトリクススイッチによれば、切詰部によって各方向性結合器はそれぞれ電気的に分離される。また、切詰部での上側クラッド層の不連続部分は導波波は確保される程度にわずかなものであ

チの同図のI - I線相当位置での部分的断面図である。

るし、ガイド層は切欠部においても残っているので、これは実質的に問題とならない。従って、化合物半導体材料から成りストリップ装荷型導波路を用いた光マトリクススイッチであっても各方向性結合器を個々に駆動制御出来る。

また、電極間接続部と、各方向性結合器の一方の導波路上の切電極とによって各方向性結合器の共通電極とされる電極同士が順次接続されゆくので、個々の方向性結合器にそれぞれ共通電極用配線を設ける必要がなくなるという効果が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、実施例の光マトリクススイッチの説明に供する平面図。

第2図は、実施例の光マトリクススイッチの一部を拡大して示した斜視図。

第3図は、従来の光マトリクススイッチの説明に供する平面図。

第4図は、従来及びこの発明の説明に供する図であり、第1図及び第3図に示した光マトリクス

55a - 第一のリフ、 55b - 第二のリフ

61 - 導波路の切断部、 63 - 電極間接続部

65 - 配線電極。

11 - 第一導波路、 13 - 第二導波路

15 - 第二の方向性結合器

17 - 入力導波路

17a, 17b, 17c - 入力ポート

21 - 第三導波路、 23 - 第四導波路

25 - 第二の方向性結合器

27 - 出力導波路

27a, 27b, 27c - 出力ポート

31 - 全反射コート

41 - 基板 (n型Gaks基板)

43 - 下側クラッド層 (n型Gaks層)

45 - 光ガイド層 (i型Gaks層)

47 - 上側クラッド層 (p型Gaks層)

49 - キャップ層 (p型Gaks層)

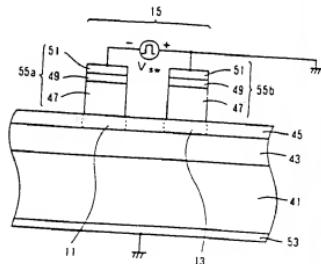
51, 55a, 55b - □切電極、 53 - n側電極

特許出願人

沖電気工業株式会社

代理人 井理士

大垣孝



41: 基板 (n型Gaks基板)

43: 下側クラッド層 (n型Gaks層)

53: n側電極

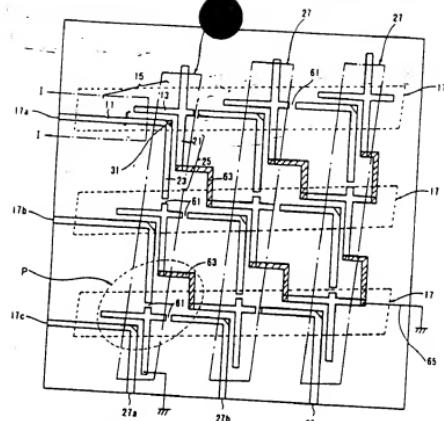
55a: 第一のリフ

55b: 第二のリフ

従来及びこの発明の説明に供する図

#### 第4図

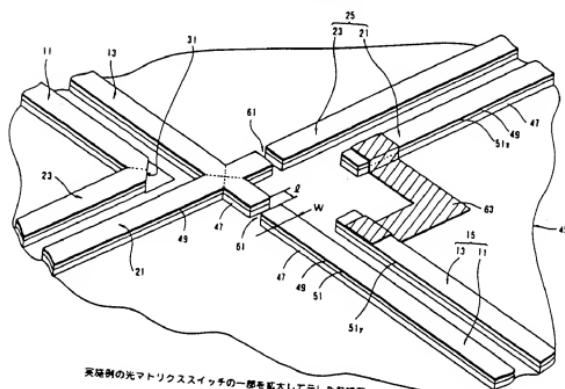
11: 第一導波路  
 12: 第二導波路  
 13: 第一の方向性結合器  
 17: 入力導波路  
 17a, 17b, 17c: 入力ポート  
 21: 第三導波路  
 22: 第四導波路  
 25: 第二の方向性結合器  
 27: 出力導波路  
 27a, 27b, 27c: 出力ポート  
 31: 全反射コーナ  
 61: 運波路切替部  
 63: 電荷電離部  
 65: 配線電極



実施例の光マトリクススイッチの説明に供する平面図

第1図

45: 光ガイド層 (上図Gaa4層)  
 45: キャップ層 (P型Gaa5層)  
 47: 上側クラッド層 (D型A型Gaa4層)  
 51, 51r, 51y: D側電極

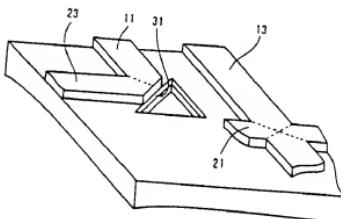
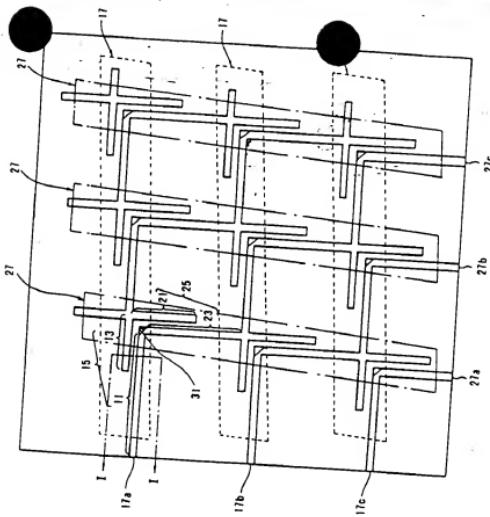


実施例の光マトリクススイッチの一部を拡大して示した断面図

第2図

装置の光マトリックスイッチの説明に供する平面図

第3図



全反射コーナーの説明に供する斜視図

第5図